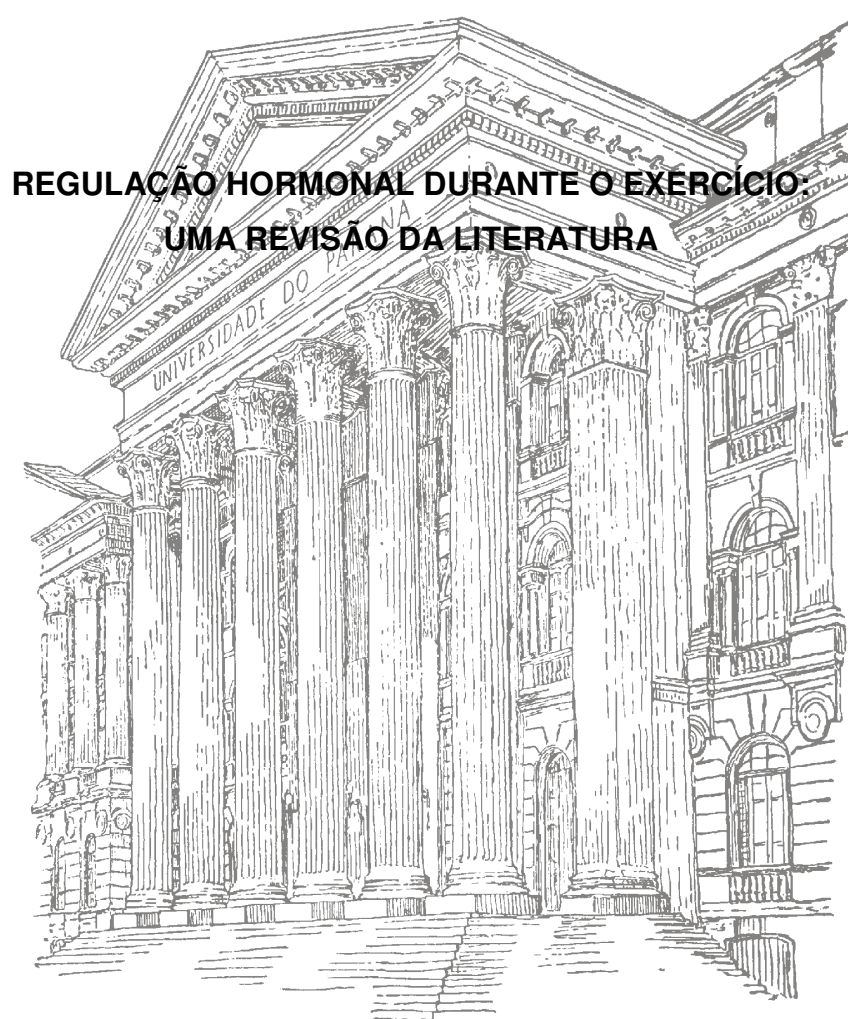


**JOSÉ RONALDO DE AVELLAR JUNIOR**



**CURITIBA  
2016**

**JOSÉ RONALDO DE AVELLAR JUNIOR**

**REGULAÇÃO HORMONAL DURANTE O EXERCÍCIO:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Monografia apresentada como requisito parcial  
para a conclusão do Curso de Especialização  
em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências  
Biológicas, Universidade Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Dr. Wagner Campos.

**CURITIBA  
2016**

“ A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso! ”

(Autor desconhecido)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que é digno de toda a honra, por sempre estar presente guiando meus passos e me protegendo nessa caminhada.

A minha família, por me apoiar e estar ao meu lado mesmo nos momentos mais difíceis, me incentivando e depositando em mim toda a confiança.

Aos professores da UFPR pela competência e pelos conhecimentos transmitidos, em especial, ao meu orientador, pelo empenho e dedicação..

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu concluísse o Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício.

....MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

As ações dos hormônios são indispensáveis na maioria dos processos fisiológicos, porém, durante o exercício estas ações estão alteradas na maioria das vezes. Este trabalho teve por objetivo elucidar como ocorre a regulação hormonal durante o exercício. Para isso, buscou-se compreender os efeitos desses hormônios no corpo humano e analisar a manutenção da homeostasia pelo sistema endócrino durante a prática de exercícios físicos. Para o desenvolvimento do referido trabalho, este foi elaborado tendo como suporte a metodologia exploratória descritiva através da análise qualitativa sustentada por pesquisa realizada através de material de conotação bibliográfica indexadas nas bases de dados científicas que corroborassem com os descritores do assunto. A questão levantada foi como se dá os efeitos dos hormônios durante a prática do exercício físico, partindo-se da hipótese de que, como os hormônios circulam através do sangue, eles entram em contato praticamente com todos os tecidos corporais e seus efeitos a alvos específicos se dão por meio de receptores específicos existentes em tecidos-alvos. Concluiu-se que o exercício serve de estímulo para a secreção hormonal, assim como o hormônio também influencia no exercício, e ao detectar essas alterações do meio interno, o sistema endócrino responde rapidamente para garantir que a homeostasia seja mantida.

**Palavras-chave:** regulação hormonal, sistema endócrino e exercícios.

## ABSTRACT

The action of hormones are indispensable in most physiological processes, however, during exercise these actions are altered in most cases. This study aimed to elucidate how the hormonal regulation occurs during exercise. For this, we sought to understand the effects of these hormones in the human body and analyze the maintenance of homeostasis by the endocrine system during physical exercise. For the development of this work, this has been elaborated to support the descriptive exploratory methodology through qualitative analysis supported by research conducted through connotation indexed bibliographic material in scientific databases to corroborate with the descriptors of the subject. The question raised was how to give the effects of hormones during physical exercise, starting from the hypothesis that, like hormones circulate through the blood, they meet virtually all body tissues and its effects to specific targets occur through existing in target tissues specific receptors. It was concluded that exercise serves as a stimulus for hormone secretion, as well as the hormone also influences the exercise, and to detect these changes in the internal environment, the endocrine system responds quickly to ensure that homeostasis is maintained.

**Keywords:** hormonal regulation, endocrine system and exercise.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>09</b>
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>10</b>
	3.1 HIPÓFISE .....	11
	3.2 TIREÓIDE .....	18
	3.3 PARATIREÓIDE.....	20
	3.4 ADRENAIS.....	21
	3.5 PÂNCREAS.....	25
	3.6 GÔNADAS .....	28
	3.7 RINS.....	30
	3.8 RESPOSTA ENDÓCRINA AO EXERCÍCIO.....	31
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema nervoso é responsável por grande parte da integração coordenada de muitos sistemas fisiológicos e bioquímicos, porém, o ajuste fino das respostas fisiológicas do organismo e qualquer distúrbio de seu equilíbrio é de responsabilidade do sistema endócrino. Assim, como durante o exercício ocorrem muitas alterações fisiológicas, optou-se por focar a importância do sistema endócrino para homeostasia durante a prática de exercícios físicos.

Segundo Guyton & Hall (1997) os hormônios estão envolvidos na maioria dos processos fisiológicos e suas ações são importantes para muitos aspectos do exercício e do desempenho esportivo.

Assim, o sistema endócrino monitora o meio interno detectando as alterações e respondendo rapidamente de modo a assegurar a homeostasia. Segundo Canalli & Kruehl, (2001) esse controle exercido por esse sistema se dá através dos hormônios que por ele são liberados.

Esse trabalho se justifica pela necessidade de entender melhor a importância do sistema endócrino durante o exercício na regulação da homeostasia.

Como os hormônios circulam através do sangue, eles entram em contato praticamente com todos os tecidos corporais. Seus efeitos a alvos específicos se dão por meio de receptores específicos existentes em tecidos-alvos (WILMORE & COSTILL, 2001). Com base nessa hipótese, busca-se responder como se dá esses efeitos dos hormônios durante a prática do exercício físico.

Busca-se, a partir do conhecimento da classificação química dos hormônios, dos efeitos desses hormônios no corpo humano e da manutenção da homeostasia pelo sistema endócrino durante a prática de exercícios físicos, como principal objetivo, elucidar como ocorre a regulação hormonal durante o exercício, já que a homeostasia precisa ser mantida para garantir a nossa própria sobrevivência.



## 2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do referido trabalho, este foi elaborado tendo como suporte a metodologia descritiva explicativa. Descritiva porque busca descrever os fatos da forma exata como acontecem (TRIVIÑOS, 1987) enquanto que a explicativa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2007). Assim, busca-se descrever a forma como agem os hormônios com a preocupação de identificar o papel do exercício para a regulação hormonal.

A análise qualitativa é a que mais se enquadra no presente estudo pois busca explicar o porquê e como ocorrem determinados fatos produzindo informações aprofundadas (GOLDEMBERG, 1997).

A pesquisa está sustentada por material de conotação bibliográfica que continham informações conceituais e atualizadas sobre o assunto. Segundo Fonseca (2002) a pesquisa bibliográfica é feita a partir de levantamento de referências já analisadas e publicadas onde se pode recolher informações para se responder os objetivos propostos. Compõe também esta busca, as bases de dados científicas indexadas no sistema online utilizando as palavras-chaves: regulação hormonal, sistema endócrino e exercícios.

Além disso, na seleção bibliográfica houve atenção especial para que os trabalhos selecionados sejam de relevância e estejam especificamente relacionados com o assunto e que corroborassem para aprimorar o texto final do trabalho.

### 3 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Guyton e Hall (1997), todas as funções dos humanos são controladas, em estado fisiológico, pelo sistema nervoso e sistema hormonal. O sistema nervoso obtém informações do meio externo e pelo controle do corpo e a resposta e esses estímulos é controlada pela contração da musculatura esquelética, contração da musculatura lisa dos órgãos internos e secreção dos hormônios pelas glândulas endócrinas e exócrinas. Nesta vale ressaltar que somente as glândulas endócrinas secretam hormônios.

O hormônio é uma substância química secretada pelas glândulas endócrinas para o sangue, órgão ou linfa em pequenas quantidades e que estimulam uma resposta fisiológica típica em células específicas, ou seja, os hormônios são reguladores fisiológicos que aceleram ou diminuem a velocidade das reações e funções biológicas, cuja velocidade é fundamental no funcionamento do corpo humano (GUYTON, HALL; 1997).

Os hormônios podem ser classificados como esteroides e não esteroides. Segundo Wilmore & Costill (2001) a maioria dos hormônios esteroides deriva do colesterol e por isso são lipossolúveis e difundem-se facilmente pelas membranas celulares. Este grupo inclui os hormônios secretados pelo córtex adrenal (cortisol e aldosterona), ovário e placenta (estrogênio e progesterona) e testículos (testosterona). Quanto ao mecanismo de ação, o hormônio esteroide entra na célula e liga-se a um receptor específico no citoplasma ou núcleo. O complexo hormônio-receptor ativa o DNA da célula e formam o RNAm, que deixa o núcleo e dirige a síntese proteica no citoplasma, levando à ativação gênica direta (síntese proteica).

Já os hormônios não esteroides não são lipossolúveis e por esta razão não ultrapassam rapidamente as membranas celulares. Este grupo é dividido em hormônios proteicos ou peptídicos e os hormônios derivados dos aminoácidos. Os dois hormônios da tireoide (tiroxina e triiodotironina) e os dois da medula adrenal (adrenalina e noradrenalina) são derivados dos aminoácidos, todos os demais hormônios não esteroides são proteicos ou peptídicos. Estes hormônios não esteroides por apresentarem dificuldade de entrarem nas células, ligam-se a receptores localizados sobre a membrana celular e ativam um segundo mensageiro no interior da célula, que por sua vez desencadeia vários processos celulares (BERNE & LEVY, 1996; WILMORE; COSTILL, 2001).

Segundo estes autores, um sistema de retroalimentação negativa regula a secreção da maioria dos hormônios, ou seja, a secreção de um hormônio específico é ativada ou desativada por alterações fisiológicas específicas, ou seja, a retroalimentação negativa é o principal mecanismo por meio do qual o sistema endócrino regula a homeostasia. A regulação pode ser ascendente ou descendente, onde o número de receptores das células pode ser alterado para aumentar ou diminuir a sensibilidade da célula a um determinado hormônio.

A partir dessas informações, revela-se a curiosidade sobre qual a influência do exercício em alterações da secreção hormonal de cada uma das principais glândulas do corpo ou ainda, o efeito da influência destas secreções no exercício.

### 3.1 HIPÓFISE

Hipófise ou pituitária é uma glandula do tamanho de uma bola de gude, localizada na base do encéfalo. É dividida em tres partes, anterior (adeno-hipófise), posterior (neuro-hipófise) e intermediária, esta última com importância pequena para o ser humano. A hipófise é controlada pelo hipotálamo, que secreta hormônios específicos para estimular a produção de hormônios pela hipófise. A comunicação entre o hipotálamo e a adeno-hipófise ocorre por um sistema circulatório que transporta os hormônios liberadores e inibidores do hipotálamo à hipófise anterior, (WILMORE & COSTILL, 2001).

A hipófise anterior secreta seis hormônios com importantes funções metabólicas pelo corpo, além de vários outros hormônios com menor importância. Já o lobo posterior da hipófise é uma protuberancia do tecido neural e por isso também é conhecida como neuro-hipófise. Esta secreta dois hormônios que na verdade são produzidos pelos neurônios do hipotálamo e são transportados através de seus axônios, sendo armazenados em vesículas nas terminações nervosas do lobo posterior da hipófise, que são liberados nos capilares em resposta à estímulos neurais do hipotálamo (BERNE & LEVY, 1996; WILSON & FOSTER, 1988; WILMORE & COSTILL, 2001).

### 3.1.1 Hormônio do Crescimento Humano – GH (Lobo Anterior)

Órgão-alvo: Todas as células do corpo

Fatores controladores:

- Estimulado pelo hormônio liberador do hormônio de crescimento (GHRH);
- Inibido pela somatostatina, conhecida como o hormônio inibidor do hormônio de crescimento (GHIH).

Funções:

- Promove o desenvolvimento e o aumento de todos os tecidos do corpo até a maturação (reprodução celular para crescimento tecidual e estimulação de crescimento da cartilagem e osso);
- Aumenta a captação de aminoácidos e da síntese protéica pela células e reduz a quebra das proteínas;
- Acentua a utilização dos lipídeos e reduz a utilização da glicose para obtenção de energia (usa gordura como fonte energética);
- Diminuição da taxa de utilização de carboidratos;
- Promove a liberação dos hormônios da tireóide ( o GH estimula o fígado a secretar uma proteína chamada somatomedinas, ou fatores de crescimento semelhantes à insulina, que juntos acentuam seus efeitos).

Efeitos durante o exercício:

O GH (ou somatotropina) é um potente agente anabólico, induzindo o metabolismo construtivo. Com o exercício a liberação do GH é estimulada, ou seja, quanto mais intenso o exercício, maior a quantidade liberada desse hormônio (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003). Isso ocorre porque o exercício estimula a produção de opiáceos endógenos que inibem a produção da somatostatina, hormônio que controla a liberação de GH pelo fígado. Em indivíduos treinados a liberação da somatotropina é menor que em não treinados talvez por necessitar de menor síntese tecidual em termos de massa muscular (CANALI & KRUEL, 2001; (MCARDLE,

KATCH & KATCH, 2003). Nos treinados, a queda da liberação de GH é maior após o exercício (HAVT, 2007).

A secreção de GH é aumentada durante o sono, independente do nível de exercício, mas vale ressaltar que sua função só é cumprida adequadamente associada a uma dieta rica em proteínas. O exercício provoca uma liberação ainda maior de GH se o ambiente estiver quente (BERNE & LEVY, 1996; HAVT, 2007).

Para Ferreira, Bressan & Marins (2009) a prática regular de exercícios aumentam a taxa de liberação de GH que pode contribuir para a redução da obesidade, uma vez que estimula a lipólise, comprovadamente em homens moderadamente treinados, após exercício a 70% de  $VO_2$  máx.

Em idosos, curiosamente, a secreção de GH é diminuída, mesmo durante ao exercício, não se sabe se essa diminuição é por causa ou consequência do envelhecimento. Em crianças ativas a liberação do GH é maior que nas sedentárias, podendo torná-las mais altas. A hipersecreção ou hiposecreção do GH em crianças pode causar gigantismo ou nanismo, respectivamente (CANALLI & KRUEL, 2001).

O hormônio de crescimento também é utilizado como agente ergogênico exógeno por atletas cujas atividades exigem mais força ou velocidade, porém seu uso em excesso pode causar acromegalia (crescimento da espessura dos ossos), levar à morte súbita por parada cardíaca em atletas, ou ter um efeito diabetogênico por estimular a secreção de insulina (GUYTON & HALL, 1997).

### **3.1.2 Hormônio Estimulante da Tireóide – TSH (Lobo Anterior)**

Órgão-alvo: Tireóide

Fator controlador:

Estimulado pelo hormônio liberador de tireotropina (TRH).

Funções:

- Controla o grau de absorção de iodo pela glândula tireóide e, com isso, a secreção de seus hormônios: tiroxina ( $T_4$ ) e triiodotironina ( $T_3$ );
- Aumenta o metabolismo.

Efeitos durante o exercício:

O exercício aumenta a liberação da tireotropina ou TSH, embora não se saiba como este mecanismo funciona (GUYTON & HALL, 1997).

O exercício aumenta a temperatura corporal, mas o frio aumenta o metabolismo basal através da secreção de TSH, conseqüentemente os níveis deste hormônio também sobem com o exercício, talvez como uma forma do corpo aumentar seu metabolismo para se adaptar as necessidades exigidas pela atividade (CANALI & KRUEL, 2001).

### **3.1.3 Adrenocorticotropina – ACTH (Lobo Anterior)**

Órgão-alvo: Córtex adrenal

Fator controlador:

- Estimulada pelo hormônio liberador de corticotropina (CRH) ou fator hipotalâmico de liberação de corticotropina.
- Estimulado por aumentos cíclicos naturais, diminuição do cortisol (feedback negativo), estresse físico, ansiedade, depressão e altos níveis de acetilcolina.
- Inibido por encefalinas, opióides e somatostatina.

Funções:

- Controla o crescimento e a secreção de hormônios (principalmente o cortisol) pelo córtex adrenal.

Efeitos durante o exercício:

O exercício intenso aumenta a liberação de ACTH (WILMORE & COSTILL, 2001)

Segundo Fox & Matthews (1983) a regulação da liberação da ACTH ocorre com o ritmo circadiano sendo a transição entre os estados sono-vigília um dos maiores estímulos. Para Canalli & Costill (2001), o maior pico de secreção deste hormônio ocorre cerca de seis horas após a pessoa adormecer. Por essa razão, não é seguro afirmar que o exercício estimula ou não a produção de ACTH.

### **3.1.4 Prolactina – PRL (Lobo Anterior)**

Órgão-alvo: mamas

Fator controlador:

A prolactina é produzida naturalmente sem necessidade de estímulo, mas pode ser regulada pelos fatores abaixo.

- Estimulada pelo hormônio liberador de prolactina (PRH).
- Inibido pelo hormônio inibidor de prolactina (PIH).

Funções:

- Estimula o desenvolvimento das mamas;
- Estimula a lactação.
- Inibe a testosterona e mobiliza os ácidos graxos, com objetivo, antes da gravidez, promover a proliferação e ramificação dos ductos da mama, durante a gravidez promove o desenvolvimento dos lóbulos dos alvéolos produtores de leite e, após o parto, a prolactina estimula a síntese e a secreção de leite.

Efeitos durante o exercício:

O exercício estimula o aumento dos níveis de PRL, principalmente em mulheres que correm sem sutiã ou realizem exercícios que movimentem as mamas. O aumento da prolactina induzido pelo exercício é acentuado quando em jejum ou acompanhado de uma dieta rica em gorduras (CANALI & KRUEL, 2001).

### **3.1.5 Hormônio Folículo-Estimulante – FSH (Lobo Anterior)**

Órgão-alvo: Ovários e testículos

Fator controlador:

- Estimulado pelo hormônio liberador de gonadotropina (GnRH).
- Regulado por elementos pulsáteis, periódicos, diurnos e cíclicos, além do estágio de vida.

Funções:

- Mulheres: promove a maturação dos folículos ovarianos e a produção de estrogênio;
- Homens: estimula a produção de espermatozóides (espermatogênese) dentro dos testículos (FOX & MATTHEWS, 1983).

#### Efeitos durante o exercício:

Estudos a respeito a alterações de liberação deste hormônio no exercício são inconsistentes e podem ser confundido com a natureza pulsátil deste. O estresse ou exercício agudo pode aumentar como diminuir os níveis de gonadotropina. Sabe-se também que o exercício praticado regularmente promove a perda de gordura corporal e isso pode levar à alterações menstruais, como amenorréia ou oligomenorréia (BERNE & LEVY, 1984).

### **3.1.6 Hormônio Luteinizante – LH (Lobo Anterior)**

Órgão-alvo: Ovários e testículos

Fator controlador: (mesmos do FSH)

- Estimulado pelo hormônio liberador de gonadotropina (GnRH).
- Regulado por elementos pulsáteis, periódicos, diurnos e cíclicos, além do estágio de vida.

#### Funções:

- Mulheres: promove a produção de estrogênio e progesterona, além da ruptura do folículo, ocasionando a liberação do óvulo.
- Homens: promove a produção de testosterona.

#### Efeitos durante o exercício:

Como o LH é liberado entre 1 ½ a 2 horas de intervalo, fica difícil separar as mudanças ocorridas pelo exercício ou pela pulsação endógena, ou pela dificuldade de separar a influência da ansiedade que pode baixar ou elevar os níveis de LH.

O estresse aumenta a norepinefrina, por exemplo, que libera GnRH, que induz a liberação de LH. O estresse também liberam opióides endógenos (encefalinas,



endorfinas e dinorfina), que exercem efeito analgésico, porém, suprimem a liberação de GnRH e a subsequente liberação de gonadotropinas (BERNE & LEVY, 1996).

### **3.1.7 Hormônio Antidiurético – ADH (Lobo Posterior do Hipotálamo)**

Órgão-alvo: Rins

Fator controlador:

- Hemoconcentração, o que faz aumentar a osmolaridade plasmática (concentração iônica de substâncias dissolvidas no plasma), este é o principal estímulo fisiológico para liberação de ADH, ou também chamado de Vasopressina.

Funções:

- Auxilia no controle da excreção da água pelos rins.
- Eleva a pressão arterial através da constrição dos vasos sanguíneos.

Efeitos durante o exercício:

Os níveis de ADH aumentam drasticamente com o exercício. Isso ocorre como maneira de aumentar a retenção de líquidos a fim de eliminá-los pela sudorese. O mecanismo de ação do ADH é basicamente: a atividade muscular estimula a transpiração, que conseqüentemente causa perda de plasma sanguíneo, resultando em hemoconcentração e aumento da osmolaridade, que por sua vez estimula o hipotálamo a estimular o lobo posterior da hipófise a secretar ADH, que entra no sangue e vai atuar nos rins, aumentando a permeabilidade dos túbulos coletores renais à água, elevando sua reabsorção a fim de diluir a concentração de eletrólitos no plasma, assim, o volume plasmático aumenta e a osmolaridade sanguínea diminui. (WILMORE & COSTILL, 2001; CANALLI & KRUEL, 2001).

### **3.1.8 Ocitocina (Lobo Posterior)**

Órgão-alvo: Útero e mamas

Fator controlador:

- Liberado nos capilares de acordo com a necessidade em resposta a impulsos neurais do hipotálamo.

#### Funções:

- Estimula a contração da musculatura uterina principalmente no período final da gestação (BERNE & LEVY, 1996);
- Favorece a secreção de leite.

#### Efeitos durante o exercício:

Não se tem conhecimento suficiente sobre a influencia do exercício sobre a regulação da ocitocina ou motivos para eventuais alterações (CANALLI & KRUEL, 2001).

### **3.2 TIREÓIDE**

A tireóide é uma glândula localizada no terço médio da face anterior da região cervical, abaixo da laringe.

É dividida em dois lobos e pesa aproximadamente 20 g. Ela secreta dois hormônios não-esteróides importantes: a tiroxina ( $T_4$ ) e triiodotiroxina ( $T_3$ ), que são respectivamente responsáveis por 90% e 10% do débito total da tireóide com função de regular o metabolismo em geral.

Além desses dois hormônios, tireóide produz o  $T_3$  reverso ou  $rT_3$ , que é biologicamente inativo, mas que atua juntamente com os demais (WILSON & FOSTER, 1988).

Além desses três hormônios essa glandula fabrica a calcitonina que auxilia na regulação do íon cálcio no corpo (GUYTON & HALL, 1997).

#### **3.2.1 Triiodotirixina e Tiroxina**

Órgão-alvo: todas as células do corpo.

#### Fator controlador:

- Estimulado pelo hormônio estimulante da tireóide (TSH).

**Funções:**

- Aumenta a frequência e a contratilidade cardíaca;
- Aumenta a síntese protéica;
- Aumenta a síntese de enzimas;
- Aumenta o tamanho e a quantidade de mitocôndrias na maioria das células;
- Promove a rápida absorção de glicose pelas células;
- Aumentam a glicólise e a gliconeogênese;
- Aumentam a mobilização de lipídeos aumentando a disponibilidade de ácidos graxos livres para oxidação como forma de obtenção de energia;
- Estimula a ossificação endocondral, o crescimento linear do osso e maturação dos centros ósseos epifisários. (BERNE & LEVY, 1996; GUYTON & HALL, 1997; WILMORE & COSTILL, 2001).

**Efeitos durante o exercício:**

O exercício estimula a liberação de TSH, e este, com certo atraso, estimula a tireóide. O exercício provoca aumento das concentrações plasmáticas de tiroxina. Durante o exercício submáximo prolongado a concentração de tiroxina permanece constante após aumento inicial acentuado no início do exercício enquanto a concentração de triiodotiroxina tende diminuir (CANALI & KRUEL, 2001; WILMORE & COSTILL, 2001).

A tiroxina e triiodotiroxina reduzem abaixo dos níveis normais por dias após o exercício (HAYT, 2007).

**3.2.2 Calcitonina**

**Órgão-alvo:** Ossos e rins.

**Fator controlador:**

- Estimulado pelo hormônio estimulante da tireóide (TSH).

**Funções:**

- Inibe a atividade dos osteoclastos inibindo a reabsorção óssea;
- Aumenta a excreção de cálcio pela urina devido sua ação de diminuir a reabsorção deste íon pelos túbulos renais (FOX & MATTHEWS, 1983).

#### Efeitos durante o exercício:

Não se tem comprovação sobre alteração na liberação deste hormônio durante o exercício (CANALI & KRUEL, 2001).

### **3.3 PARATIREÓIDE**

As glândulas paratireóides geralmente são em número de 4 no homem e medem aproximadamente 6 mm de comprimento, 2 mm de espessura e 3 mm de largura. Estão localizadas no dorso da tireóide e secretam o paratormônio ou hormônio paratireóideo, principal regulador da concentração plasmática de cálcio e fosfato (GUYTON & HALL, 1997).

#### **3.3.1 Hormônio Paratireóideio – PTH**

Órgão-alvo: ossos, intestino e rins.

#### Fator controlador:

- Estimulado pela redução dos níveis plasmáticos de cálcio.

#### Funções:

- Ossos: estimula a atividade dos osteoclastos aumentando a reabsorção óssea incrementando a liberação de cálcio e fosfato para o sangue;
- Intestino: pela estimulação de uma enzima necessária para o processo, o PTH aumenta indiretamente a reabsorção de cálcio que é acompanhado por uma absorção do fosfato;
- Rins: aumenta a reabsorção de cálcio, reduzindo a reabsorção de fosfato, favorecendo a excreção urinária (CANALI & KRUEL, 2001; WILMORE & COSTILL, 2001).

#### Efeitos durante o exercício:

O exercício prolongado aumenta a formação óssea, resultante do aumento da absorção de cálcio pelo intestino e da redução da sua excreção pela urina e do aumento da concentração de PTH, ou seja, a longo prazo a produção aumentada de PTH como resposta de adaptação do corpo ao exercício é em relação ao fortalecimento ósseo (CANALI & KRUEL, 2001).

A confinção ao leito ou imobilização prolongada promove a reabsorção óssea devido a redução níveis de PTH (WILMORE & COSTILL, 2001).

### **3.4 ADRENAIS**

As glândulas adrenais, ou supra-renais situam-se sobre os rins e são compostas internamente pela medula adrenal e externamente pelo córtex adrenal.

A medula adrenal produz dois hormônios, a epinefrina ou adrenalina e a norepinefrina ou noradrenalina, que juntos são chamados de catecolaminas. O córtex adrenal por sua vez secreta mais de 30 hormônios esteróides diferentes denominados corticosteróides, que são classificados em tres grupos: mineralcorticóides, glicocorticóides e gonadocorticóides (androgênios) (WILMORE & COSTILL, 2001).

#### **3.4.1 Catecolaminas**

Órgão-alvo: a maioria das células do corpo.

#### Fator controlador:

- Sistema nervoso simpático.

#### Funções:

- Aumento da taxa do metabolismo;
- Aumento da glicogenólise tanto no fígado quanto no músculo em exercício;
- Aumento da frequência e da força de contratilidade cardíaca;
- Aumento da liberação de ácidos graxos livres no sangue;
- Vasodilatação de vasos dos músculos em exercício (norepinefrina)

- Vasoconstrição em vísceras e pele (norepinefrina)
- Aumento da pressão arterial (norepinefrina)
- Aumento da respiração (CANALLI & KRUEL, 2001).

#### Efeitos durante o exercício:

O exercício aumenta o nível das catecolaminas. A produção de epinefrina aumenta de acordo com a intensidade e duração do exercício de forma exponencial enquanto a norepinefrina aumenta conforme a duração do exercício, mas permanece em níveis próximos aos basais em relação à intensidade do exercício (CANALI & KRUEL, 2001). Com relação ao tempo de duração, ao término do exercício, a epinefrina volta rapidamente aos valores iniciais enquanto a norepinefrina pode permanecer elevada durante horas.

A elevação das catecolaminas durante o exercício favorecem a adequada distribuição do fluxo sanguíneo para suprir as necessidades dos músculos em atividade, aumento de força de contração cardíaca e mobilização de substrato como fonte de energia (FOX & MATTHEWS, 1983).

Na exaustão, os treinados têm maior concentração no sangue por secretarem mais, porém, eles também respondem melhor aos efeitos do treinamento porque a redução da concentração das catecolaminas no sangue diminuem o estresse (HAVT, 2007).

### **3.4.2 Mineralocorticóides**

Órgão-alvo: rins

#### Fator controlador:

- Estimulado pela angiotensina.
- Estimulado pela diminuição do volume sanguíneo, da pressão arterial, do sódio plasmático e pelo aumento da concentração plasmática de potássio (WILMORE & COSTILL, 2001).

#### Funções:

- Regulam os sais minerais, o sódio e o potássio nos líquidos extracelulares;

- Regulam a absorção do sódio nos túbulos distais dos rins;
- Aumentam a excreção do potássio;
- Contribui para o equilíbrio homeostático regulando as concentrações de potássio sérico e o pH, e os níveis de  $K^+$  e  $H^+$ , relevantes para a atividade neuromuscular (CANALLI & KRUEL, 2001; WILMORE & COSTILL, 2001).

#### Efeitos durante o exercício:

O exercício aumenta cerca de seis vezes os níveis plasmáticos de aldostetotona, que é o principal mineralocorticoide, se comparado com o estado de repouso, como forma de manter líquidos corporais e homeostasia, combatendo a desidratação. (WILMORE & COSTILL, 2001).

### **3.4.3 Glicocorticóides**

Órgão-alvo: a maioria das células do corpo.

#### Fator controlador:

- Influenciado pelo hormônio adrenocorticotropina – ACTH.

#### Funções:

- Adaptação ao estresse;
- Manutenção dos níveis de glicose adequados mesmo em longos períodos em jejum;
- Estimular a gliconeogênese para garantir suprimento adequado de substrato, principalmente a partir de aminoácidos desaminados que vão pela circulação para o fígado;
- Aumentar a mobilização de ácidos graxos livres, tornando-os fonte de energia;
- Diminui a utilização e oxidação da glicose pelos músculos para obtenção de energia, reservando-a para o cérebro num efeito antogônico ao da insulina;
- Estímulo ao catabolismo protéico para liberação de aminoácidos para o uso na reparação, na síntese de enzimas e na produção de energia em todas as células do corpo , menos o fígado;

- Atua como agente antiinflamatório;
- Diminui as reações imunológicas por provocar a diminuição dos leucócitos;
- Aumenta a vasoconstrição causada pela epinefrina;
- Facilita a ação de outros hormônios no processo da gliconeogênese como o glucagon e o GH (BERNE & LEVY, 1996; GUYTON & HALL, 1997; WILMORE & COSTILL, 2001).

#### Efeitos durante o exercício:

O cortisol ou hidrocortisona é o mais importante dos glicocorticóides e sua resposta ao exercício é complicada de ser diagnosticada devido a variedade em relação ao tipo e intensidade do exercício, treinamento, estado nutricional e ritmo circadiano. Sabe-se contudo, que os níveis de cortisol aumentam durante o exercício físico intenso. O cortisol acelera a lipólise liberando ácido graxos no sangue, podendo ser captados pelas células e utilizados para produção de energia. O cortisol durante o exercício atinge uma concentração máxima e retorna quase à sua concentração normal, quando as catecolaminas e o GH assumirem o papel do cortisol (WILMORE & COSTILL, 2001).

Como resposta fisiológica energética, metabólica e vascular às necessidades do exercício, o eixo hipotálamo-hipofisária-adrenal é ativado onde o subproduto é o cortisol, cujo aumento ou diminuição prolongado pode trazer danos à saúde, o que demonstra que a relação deste hormônio com o exercício não é bem esclarecida e parece controversa. Em geral, sua importância na determinação de força e resistência muscular reside em seus efeitos catabólicos. Por outro lado, os efeitos deletérios do hipercortisolismo como a redução da atividade dos linfócitos auxiliares e da capacidade de conter a invasão de patógenos, aumento do catabolismo celular desmineralização óssea, efeitos antireprodutivos, são exemplos de controvérsias entre o efeito benéfico e maléfico do exercício. O estresse psicológico e excesso de atividade física podem promover uma alteração na regulação hormonal também chamado de overtraining, cujos sintomas são fadiga crônica, perda de apetite, distúrbios do sono, do humor, infecções frequentes, diminuição do desempenho e desinteresse do atleta pelo treino (BUENO & GOUVEIA, 2011).

Entendem-se que, embora esse aumento do cortisol possa produzir efeitos negativos, o exercício induz mecanismos para proteger os tecidos destes efeitos, tornando o organismo menos responsivo ao estresse, o que traz efeitos benéficos



para a saúde física e mental, protegendo-o contra as consequências das doenças relacionadas ao estresse. Os principais mecanismos estimulados pelo exercício parecem ser a modulação dos níveis séricos de cortisol livre pela ligação à globulina ligante de cortisol e ativação da enzima conversora de cortisol em cortisona.

#### **3.4.4 Gonadocorticóides**

Órgão-alvo: Ovários, mamas e testículos

Fator controlador:

- Estimulado pelo ACTH.

Funções:

- Auxilia no desenvolvimento das características sexuais masculinas e femininas (WILMORE & COSTILL, 2001).
- Essas secreções corticais possuem pouco efeito nos adultos;

Efeitos durante o exercício:

Estes hormônios são os mesmos produzidos pelos órgãos sexuais, são na maioria androgênicos embora sejam liberados estrogênicos e progesterona em pequenas quantidades, no exercício, pode auxiliar no desenvolvimento das diferenças sexuais do crescimento muscular, contudo, seu papel ainda permanece obscuro, (WILMORE & COSTILL, 2001).

#### **3.5 PÂNCREAS**

O pâncreas é uma glândula localizada atrás e discretamente abaixo do estômago, que libera secreções exócrinas no trato gastrointestinal para auxiliar na digestão, e endócrinas, que são produtos das células alfa (glucagon) e beta (insulina) situadas nas ilhotas de Langerhans. Esses são os dois principais hormônios produzidos pelo pâncreas. Eles são responsáveis pelo principal controle das concentrações de glicose plasmática. Trabalham com efeitos antagônicos em constante controle um em relação ao outro (BERNE & LEVY, 1996).

O Pâncreas também secreta somatostatina que atua nas ilhotas de Langerhans e tratao gastrointestinal com a função de deprimir a secreção de insulina e glucagon, entre outras funções (WILMORE & COSTILL, 2001).

### **3.5.1 Insulina**

Órgão-alvo: todas as células do corpo.

Fator controlador:

- Estimulada pela hiperglicemia;
- Estimulada quando os níveis sanguíneos de aminoácidos estão elevados (CANALLI & KRUEL, 2001);

Funções:

- Regula o metabolismo da glicose por todos os tecidos com exceção do cérebro;
- Controla a glicemia pela redução da concentração da glicose;
- Aumenta a utilização da glicose;
- Aumenta a síntese de gorduras;
- Aumenta a velocidade do transporte da glicose para dentro das células musculares e do tecido adiposo;
- Promove a glicogênese;
- Inibe a gliconeogênese (WILMORE & COSTILL, 2001).

Efeitos durante o exercício:

O exercício diminui a liberação de insulina, embora a concentração plasmática da glicose possa permanecer constante. A quantidade e disponibilidade de receptores da insulina aumentam durante o exercício, aumentando a sensibilidade do organismo a esse hormônio, reduzindo a necessidade de manutenção de concentrações plasmáticas elevadas de insulina para o transporte de glicose para o interior das células musculares (WILMORE & COSTILL, 2001).

A insulina, segundo eles, auxilia a glicose liberada a entrar nas células para ser usada na produção de energia. As concentrações de insulina diminuem durante o

exercício, indicando que este facilita sua ação, de modo que, em repouso é necessário maior quantidade desse hormônio que quando em exercício.

As catecolaminas cuja concentração está aumentada durante o exercício têm a propriedade de baixar os níveis de insulina, cuja supressão é proporcional à intensidade do exercício, sendo que, em exercícios mais prolongados, ocorre um aumento progressivo na obtenção de energia a partir da mobilização dos triglicerídeos, decorrente da baixa nos níveis de glicose (CANALLI & KRUEL, 2001).

### **3.5.2 Glucagon**

Órgão-alvo: Todas as células do corpo.

Fator controlador:

Sua secreção é controlada pelo nível de glicose plasmática do sangue que flui pelo pâncreas.

Funções:

- Aumentar a concentração de glicose no sangue;
- Estimula a degradação protéica e de gordura;
- Aumenta a degradação do glicogênio hepático em glicose - Glicogenólise;
- Aumenta a gliconeogênese hepática (WILMORE & COSTILL, 2001).

Efeitos durante o exercício:

À medida que os níveis plasmáticos de glicose no sangue vão diminuindo com o exercício, ocorre estimulação da glicogenólise hepática pelo aumento gradual da concentração plasmática de glucagon (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

No exercício ou jejum, as células alfa são estimuladas a liberar o glucagon, e imediatamente, o fígado libera glicose na corrente sanguínea. Quanto maior for o tempo de exercício, maior a liberação de glucagon, sendo que o treinamento aeróbio estimula uma liberação mais contínua e com menos oscilações que em indivíduos não-treinados (CANALLI & KRUEL, 2001; FERREIRA, BRESSAN & MARINS, 2009).

### 3.6 GÔNADAS

Os testículos e os ovários são órgãos responsáveis pela produção de gametas. Eles também são glândulas reprodutoras que liberam hormônios anabólicos (fase construtiva do metabolismo) relacionados ao desenvolvimento sexual e função reprodutiva. O testículo produz testosterona enquanto os ovários produzem estradiol e a progesterona (BERNE & LEVY, 1996).

#### 3.6.1 Testosterona

Órgão-alvo: órgãos sexuais e músculos.

Fator controlador:

- Sua regulação está relacionada com o FSH e o LH;
- Depende da época da vida (CANALLI & KRUEL, 2001);

Funções:

- Espermatogênese;
- Desenvolvimento de características sexuais secundárias masculinas como voz grave e pelos corporais;
- Maturação e crescimento esquelético dos homens;
- Retenção de proteínas pelos músculos e desenvolvimento de massa muscular, principalmente em atletas de força.
- Responsável pelo crescimento da próstata e do pênis;
- Responsável pela libido;
- Desenvolvimento de glândulas cutâneas responsáveis pela acne e odor corporal (GUYTON & HALL, 1997; CANALI & KRUEL, 2001).

Efeitos durante o exercício:

A testosterona é um hormônio sintetizado pelo colesterol nos testículos por reação enzimática, sendo responsável pela massa muscular e agressividade principalmente no sexo masculino. O treinamento de força eleva suas concentrações potencializando a hipertrofia (YAMADA, 2009).

O exercício intenso eleva os níveis de testosterona a fim de auxiliar o GH na síntese muscular. Mesmo o exercício aeróbico moderado em indivíduos destreinados tendem a aumentar os níveis de testosterona em busca de hipertrofia. Existem controvérsias a respeito do treinamento de resistência, onde se sugere que o aumento seja praticamente nulo já que estes atletas necessitem menos de aumento de massa muscular. Assim como o GH, a testosterona exógena (esteróides anabolizantes) também é utilizada para promover o aumento muscular e diminuição da gordura, porem este tipo de doping pode acarretar riscos como tumores no fígado decorrente de hepatite química, cardiomiopatia (doença no musculo cardíaco) além de alterações de personalidade (CANALLI & KRUEL, 2001).

Se para esses autores o aumento da testosterona é nulo no treinamento de resistencia, para Havt (2007) existe um certo aumento que está relacionado com a redução do volume plasmático, identificando como um alerta! Após 30 minutos de levantamento de peso ocorre aumento da testosterona em homens, mas não em mulheres, mas a androstenediona aumenta igualmente em ambos os sexos, tendo uma redução mais baixa que os níveis normais 2 horas após os exercícios. Vale lembrar que homens tem 10 vezes mais testosterona que mulheres e estas tem 43% de androstenediona a mais que os homens (HAVT, 2007).

### **3.6.2 Estrogênios**

Órgão-alvo: órgão sexuais e tecido adiposo.

Fator controlador: (semelhante em todas as gônadas)

- Sua regulação está relacionada com o FSH e o LH;
- Depende da época da vida (CANALLI & KRUEL, 2001);

Funções:

- Regular a menstruação;
- Desenvolvimento das características sexuais secundárias femininas;
- Promovem a oogênese e a ovulação;
- Estimulam a deposição de gordura corporal para preparar o corpo para a gravidez;

- Ajustes fisiológicos durante a gestação;
- Promove a fase secretória (lútea) do ciclo menstrual;
- Prepara o útero para a gravidez e as mamas para a lactação (WILMORE & COSTILL, 2001).

#### Efeitos durante o exercício:

Na fase luteínica (6 a 9 dias após ovulação) o exercício induz o aumento do progesterona, estradiol quase diretamente proporcional à intensidade, mas na fase folicular (6 a 9 dias após menstruação) só há aumento do estradiol (HAVT, 2007).

O exercício aumenta a secreção de todos os hormônios do grupo dos estrogênios: o estradiol, estriol e estrona, e dos prostagênios: progesterona e 17 hidroxiprogesterona que são produzidos nos ovários. Não se sabe a função do aumento desses hormônios relacionado com o exercício e nem de sua intensidade (BERNE & LEVY, 1996, CANALLI & KRUEL, 2001).

### **3.7 RINS**

Embora os rins não sejam considerados glândulas, eles secretam um hormônio chamado eritropoetina ou EPO, além da renina (córtex adrenal) e aldosterona (mineralocorticóide) vistos anteriormente (GUYTON & HALL, 1997).

#### **3.7.1 Eritropoetina – EPO**

Órgão-alvo: medula óssea hematopoiética.

Fator controlador:

- Estimulada pela hipóxia sanguínea (BERNE & LEVY, 1996).

Funções:

- Estimula a produção de eritrócitos (glóbulos vermelhos) (WILMORE & COSTILL, 2001).

Efeitos durante o exercício:

Não foi comprovado que o exercício possa estimular ou inibir a liberação de EPO. Sua importância está na adaptação ao treinamento e à altitude, uma vez que o ar rarefeito em altitudes elevadas provoca hipóxia que por sua vez causa liberação de EPO para a produção de mais glóbulos vermelhos em busca de um transporte mais eficiente de oxigênio.

Seu uso exógeno não é considerado doping por ser produzido pelo corpo e aumentando a contagem de eritrócitos os atletas podem ter vantagem em relação aos demais, porém, em decorrência de seu uso, o hematócrito pode ficar tão alto que o sangue se torna viscoso e o coração precisando trabalhar mais, pode falhar e causar morte súbita. (CANALLI & KRUEL, 2001; WILMORE & COSTILL, 2001).

### **3.8 RESPOSTA ENDÓCRINA AO EXERCÍCIO**

#### **3.8.1 Glicose**

O exercício aumenta a demanda energética e esta, conseqüentemente, precisa de mais glicose para os músculos. A glicose está armazenada no organismo como glicogênio, localizado principalmente nos músculos e no fígado e para que ela seja liberada, a glicogenólise deve aumentar. As concentrações plasmáticas também podem aumentar pela gliconeogênese. Assim, os hormônios glucagon, adrenalina, noradrenalina e cortisol atuam para aumentar a quantidade de glicose circulante no plasma para ser usada como fonte energética. Além disso, o GH aumenta a mobilização de ácidos graxos livres e reduz a captação celular de glicose, demandando maior quantidade de glicose na circulação. Os hormônios da tireóide promovem o catabolismo da glicose e o metabolismo das gorduras (WILMORE & COSTILL, 2001).

De acordo com a intensidade e duração do exercício o fígado libera glicose, e à medida que a intensidade aumenta, as catecolaminas também são liberadas. Desta forma o fígado acaba por liberar mais glicose que os músculos ativos irão captar, já que estes produzem seu próprio glicogênio, que será utilizado primeiro, enquanto isso, aumenta a quantidade de glicose plasmática, que serão reduzidas após o exercício quando o glicose entra nos músculos para repor as reservas de glicogênio muscular depletadas, momento que aumentam a concentração de glucagon e o cortisol em conjunto, aumentam a gliconeogênese, fornecendo mais substrato (Id, 2001).

Entende-se que não basta a glicose ser liberada no sangue para que as células musculares supram sua demanda energética, é necessário que esta glicose seja captada, papel este atribuído à insulina. As concentrações desta diminuem em exercício prolongado indicando que o exercício favorece sua ação, requerendo menor quantidade de insulina no exercício do que no repouso. Isto é significativamente importante pois concentrações elevadas de insulina iriam se opor às ações das catecolaminas, do glucagon e do cortisol impedindo o aumento do suprimento de glicose plasmática necessário.

A diminuição dos níveis de insulina é proporcional à intensidade do exercício, e em exercícios prolongados ocorre aumento progressivo na obtenção de energia advinda da mobilização de triacilgliceróis. Assim, o exercício torna-se facilitador da captação de glicose e diminuição dos níveis de insulina, sendo positivo para a pessoa portadora de diabetes (FERREIRA, BRESSAN & MARINS, 2009).

Yamada (2009) reitera que a insulina é um hormônio anabólico com função de captar a glicose da corrente sanguínea para o interior das células, e o exercício faz aumentar a sensibilidade deste hormônio mantendo os níveis de glicose em valores normais. O treinamento físico aumenta o número de proteínas transportadores de glicose que a leva para a musculatura excitada, sendo uma terapia não farmacológica ideal para portadores de diabetes mellitus. O exercício também ativa o cortisol e o GH, que atuam de forma antagônica à insulina, baixando-a, mecanismo este importante para a manutenção de glicose plasmática, já que a própria musculatura já a capta. O cérebro é o tecido com maior necessidade de glicose. Após o exercício, o estresse imposto para as células é restaurado pela elevação do GH.

### **3.8.2 Gordura**

Quando a reserva de carboidratos está baixa, o organismo passa a oxidar as gorduras (lipólise) visando a produção de energia para os músculos. A lipólise também é aumentada pela elevação das catecolaminas, GH e cortisol. Este último acelera a lipólise pela liberação de ácidos graxos livres no sangue, podendo estes serem captados pelas células e transformados como fonte energética. Ocorre que, quando em exercícios prolongados o cortisol atinge sua concentração máxima e volta ao basal, neste momento as catecolaminas e o GH assumem seu papel acelerando a



lipólise, pela ativação da enzima lipase, que com a ajuda desses hormônios reduzem os triglicerídeos em ácidos graxos livres e glicerol (WILMORE & COSTILL, 2001).

Em outras palavras, como o GH pode estimular diretamente a lipólise, e sua liberação é aumentada com a prática de exercícios físicos regulares, este pode contribuir no combate à obesidade. A liberação das catecolaminas também é alterada com o exercício e, a adrenalina e a noradrenalina em conjunto, aumentam a taxa metabólica, a liberação de glicose e de ácidos graxos livres no sangue, sendo que o aumento do gasto energético positivo para redução da obesidade também (FERREIRA, BRESSAN & MARINS, 2009).

### **3.8.3 Equilíbrio hidroeletrolítico**

Os principais hormônios atuantes na regulação do equilíbrio hídrico são a aldosterona e o ADH. Os rins tendem a produzir uma enzima chamada renina quando o volume plasmático aumenta ou a pressão arterial diminui, convertendo em angiotensina I, posteriormente para angiotensina II, que aumenta a resistência periférica e conseqüentemente a pressão arterial. Ela também desencadeia a liberação de aldosterona pelo córtex adrenal que promove a reabsorção renal de sódio, que por sua vez, reabsorve água e aumenta o volume plasmático. Assim, quando os osmorreceptores do hipotálamo detectam esse aumento da osmolaridade plasmática, o hipotálamo dispara a liberação de ADH pela hipófise posterior, que irá atuar sobre os rins, reabsorvendo a água (WILMORE & COSTILL, 2001).

Em outras palavras, o aumento da atividade muscular eleva a pressão arterial que impulsiona água para fora do sangue, aumentando a transpiração. O sistema endócrino tem papel importante na monitoração dos desequilíbrios. A aldosterona promove a reabsorção renal do sódio (retém água) e a ADH liberada pela hipófise posterior entra em ação em resposta a maior concentração (menos água no sangue).

## 4 CONCLUSÕES

Enquanto o sistema nervoso é responsável pelos sistemas fisiológicos e bioquímicos, o ajuste fino das respostas fisiológicas do organismo e qualquer distúrbio de seu equilíbrio é de responsabilidade do sistema endócrino, sendo importante tanto quanto.

Neste contexto, verificou-se que as respostas aos estímulos provenientes do meio externo para o interno é controlada pela contração da musculatura esquelética do corpo, musculatura lisa dos órgãos e da secreção endócrina, ou seja, basicamente, entre o sistema nervoso receber uma informação de ação e a resposta ser emitida pelo órgão-alvo, com efeitos de curta duração, existe o papel do sistema endócrino, como um controlador das funções corporais. Os hormônios agem de forma conjugada e atuam como reguladores fisiológicos acelerando ou diminuindo as reações biológicas, produzindo efeitos de longa duração. E apesar deles serem transportados pelo sangue, somente as células-alvo podem responder a determinados hormônios.

As secreções hormonais podem ser reguladas pelo controle neural em resposta a estímulos internos e externos, por pulsos ou padrões ditados por ritmos genéticos, ou seja, o estado de sono-vigília, o ciclo da vida, o sexo e as atividades físicas, entre outros fatores, são fatores reguladores que atuam para evocar ou suprimir as secreções hormonais, porém, o principal mecanismo pelo qual o sistema endócrino regula a homeostasia é a retroalimentação, onde a secreção de um hormônio ativa outro hormônio a ser secretado e este inibe o primeiro quando alcançar a concentração ideal.

Conseguiu-se clarear nesta revisão de literatura, algumas funções dos principais hormônios, seu órgão-alvo, fator controlador bem como seu efeito durante o exercício, de modo a subsidiar a resposta de como ocorre a atuação dos hormônios durante a atividade física.

Com relação ao exercício, proposto neste estudo, verificou-se que o corpo aumenta sua demanda energética e conseqüentemente os subprodutos metabólicos se acumulam, ocorre transferência de água entre os compartimentos líquidos e sua perda através do suor, assim, o sistema hormonal que já monitora constantemente o meio interno age prontamente de forma a garantir a manutenção da homeostasia também quando em exercício.

O exercício é importante estimulante do sistema endócrino. As respostas endócrinas ao exercício são expressadas através das alterações de produção ou secreção hormonais, ou seja, o exercício serve de estímulo para a secreção de alguns hormônios como também servem como fator inibitório para outros. A resposta hormonal ao exercício é dependente de vários fatores incluindo intensidade, duração, modo e nível de treinamento.

Destaca-se em suma, que não apenas o exercício serve de estímulo para a secreção hormonal, mas o oposto também é verdadeiro, o hormônio também influencia no exercício, inclusive alguns hormônios são usados como agentes exógenos / anabolizantes, para influenciar ainda mais no desempenho e nas características realçadas por estes hormônios.

Ressalta-se ainda que a importância do sistema endócrino durante o exercício está em sua capacidade de provocar adaptações, de modo a transformar o caos interno gerado pelo exercício, que poderia ser um dano ao metabolismo e equilíbrio hidroeletrolítico, em um estímulo para controlar e garantir a manutenção da homeostasia, e conseqüentemente, nossa própria sobrevivência.

Percebeu-se que existe a necessidade de mais estudos que subsidiem este tipo de pesquisa e implementem o assunto uma vez que encontrou-se escassez de referencial atualizado direcionado ao exercício que corroborasse com os objetivos propostos uma vez que as publicações têm contemplado o exercício físico como coadjuvante na prevenção de patologias relacionadas à regulação hormonal, e não ao efeito do exercício na regulação hormonal propriamente dito.

Almeja-se, neste íterim, que este trabalho possa de alguma forma trazer esclarecimento fisiológico, incentivando a busca pelo conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- BERNE, R. M.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- BUENO, J. R.; GOUVEIA, C. M. C. P. Cortisol e exercícios: efeitos, secreção e metabolismo. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo: 29 (5): 435-445, set/out, 2011.
- CANALLI, E. S.; KRUEL, L. F. M. Respostas hormonais ao exercício. **Rev. Paul. Educ. Fís.**, São Paulo, 15 (2): 141-53, jul/dez, 2001.
- FERREIRA, F. G.; BRESSAN, J.; MARINS, J. C. B. Efeitos metabólicos e hormonais do exercício físico e sua ação sobre a síndrome metabólica. **Revista Digital, Buenos Aires**, ano 13, n. 129, fev/2009. Disponível em <http://www.efdesportes.com/efd129/>. Acesso em 10/06/2014.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002, apostila.
- FOX, E. L.; MATTHEWS, D. K. **Bases fisiológicas da educação física e desportos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1983.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GOLDEMBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1997.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- HAVT, A. **Controle hormonal do metabolismo**. 03/10/2007. Disponível em: [http://www.fisfar.ufc.br/v2/graduação/arquivo\\_aulas/bioq\\_med/metabolismo2.pdf](http://www.fisfar.ufc.br/v2/graduação/arquivo_aulas/bioq_med/metabolismo2.pdf). Acesso em 20/06/2014.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2003.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- WILMORE, J. H.; COSTIL, D. L. Regulação Hormonal do Exercício. In: **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2 ed. Manole: São Paulo, 2001.
- WILSON, J. D.; FOSTER, D. W. **Tratado de endocrinologia**. 7 ed. v. 1. São Paulo: Manole, 1988.
- YAMADA, A. K. **Alterações hormonais em resposta ao exercício físico**. Rio Claro: UNESP. Disponível em: <http://fitlabore.blogspot.com.br/2009/10/alterações-hormonais-em-resposta-ao-html>. Acesso em 20/06/2014.